

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-148445

(43)Date of publication of application : 27.05.1994

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 04-323605

(71)Applicant : TOKAI RUBBER IND LTD

(22)Date of filing : 09.11.1992

(72)Inventor : TAKEUCHI TETSUYA

(54) QUARTZ OPTICAL WAVEGUIDE AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

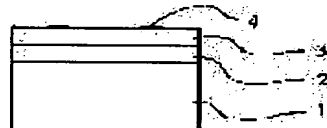
PURPOSE: To produce the optical waveguide by the process of not generating gaseous chlorine, etc., which are difficult to be handled by forming the optical waveguide by a plasma-CVD method at changing mixing ratios of SiH_4 and N_2O and by controlling the conditions of forming SiO_2 without using a doping material.

CONSTITUTION: This optical waveguide is constituted by forming two kinds of the SiO_2 which are formed by the plasma-CVD method at the changing mixing ratios of the SiH_4 and the N_2O and are different in refractive index as a core layer 3 and clad layers 2, 5. The process for production consists in first depositing the SiO_2 film on a substrate 1 by the CVD method while passing the gaseous SiH_4 and N_2O at the specified mixing ratio to form the first clad layer 2 having the prescribed refractive index. The core layer 3 consisting of the SiO_2 having the refractive index larger than the refractive index of the clad layer 2 is then deposited thereon by changing the mixing ratios of the SiH_4 and the N_2O and the core layer 3 is etched to a desired pattern to form cores 3a. The SiO_2 film having the same refractive index as the refractive index of the first clad layer is deposited thereon to form the second clad layer 5.

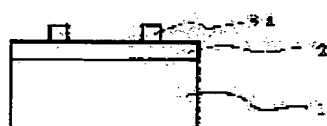
(a)



(b)



(c)



(d)



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-148445

(43)公開日 平成6年(1994)5月27日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 6/12

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

M 9018-2K

N 9018-2K

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-323605

(22)出願日 平成4年(1992)11月9日

(71)出願人 000219602

東海ゴム工業株式会社

愛知県小牧市大字北外山字哥津3600番地

(72)発明者 竹内 哲也

愛知県小牧市大字北外山字哥津3600番地

東海ゴム工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 大家 邦久 (外1名)

(54)【発明の名称】 石英系光導波路およびその製造方法

(57)【要約】

【構成】 SiH_4 と N_2O (原料混合ガス) の流量比を変えてプラズマCVD法により形成した、屈折率の異なる SiO_2 をコア層とクラッド層とする石英系光導波路、及び原料混合ガスを一定の流量比で供給しプラズマCVD法で形成した SiO_2 膜を基板上に堆積してクラッド層を形成し、その上に原料混合ガスの流量比を変えて前記クラッド層より屈折率の大きい SiO_2 のコア層を堆積した後、所望のパターンにエッチングし、その上に前記クラッド層と同一の屈折率を有する SiO_2 膜のクラッド層を形成することを特徴とする石英系光導波路の製造方法。

【効果】 同一種類の原料ガスの混合比を変えるのみで屈折率の異なる層が形成でき、製造時に有毒ガスが発生せず、製造設備が簡略化され、工業的に有利に石英系光導波路を製造できる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 SiH_4 と N_2O の混合比を変えてプラズマCVD法により形成した、屈折率の異なる2種類の SiO_2 をコア層およびクラッド層としてなることを特徴とする石英系光導波路。

【請求項2】 SiH_4 と N_2O ガスを一定の混合比で流しながらプラズマCVD法により SiO_2 膜を基板上に堆積して所定の屈折率を有する第1のクラッド層を形成した後、その上に SiH_4 と N_2O の混合比を変えて前記クラッド層より屈折率の大きい SiO_2 のコア層を堆積し、このコア層を所望のパターンにエッチングしてコアを形成し、その上に前記第1のクラッド層と同一の屈折率を有する SiO_2 膜を堆積した第2のクラッド層を形成することを特徴とする石英系光導波路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光通信用部品の分野に広範囲に利用される石英材料製の光導波路およびその製造方法に関する。さらに詳しく言えば、原料ガスであるシラン (SiH_4) と亜酸化窒素 (N_2O) の供給割合のみを変えて得られる、屈折率の異なる2種類の SiO_2 をコア層およびクラッド層とする石英系光導波路とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術およびその課題】 光通信用部品に用いられる光導波路は、コア部分およびクラッド部分との2層構造のガラス材料からなり、コア層の屈折率をクラッド層の屈折率より僅かに高くして、コア内の光をクラッド層との境界面で全反射させコア内に閉込めて伝搬している。

【0003】 従来の光導波路のクラッド層およびコア層は、屈折率の異なる材料、例えば、 SiO_2 (クラッド層) と $\text{SiO}_2 + \text{GeO}_2$ (コア層)、 SiO_2 (クラッド層) と $\text{SiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5$ (コア層)、 $\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3$ (クラッド層) と SiO_2 (コア層)、 $\text{SiO}_2 + \text{F}$ (クラッド層) と SiO_2 (コア層) 等異なる材料を用いて火炎堆積法あるいはCVD法 (Chemical vapor deposition) 等により形成されているが、その製造に際しては、当然各成分に対応する異なる材料を準備する必要がある。

【0004】 また、石英系の光導波路として SiO_2 と $\text{SiO}_2 + \text{GeO}_2$ との組み合わせからなるものがある。このうち、コアの直径が約 $8\mu\text{m}$ のものは、クラッドとの屈折率差が約0.3である必要がある。このコアを製造するに際しては、原料として酸素 (O_2)、テトラクロロシラン (SiCl_4)、テトラクロロゲルマニウム (GeCl_4) が用いられているが、 SiO_2 膜の形成と同時に塩素が発生するため、塩素処理のプロセスを必要とするという問題がある。

【0005】 従って、本発明の課題は、光導波路の製造方法における上記の問題点を解消すること、すなわち、ドーパ材料を使用せずに SiO_2 の形成条件を制御し、かつ取り扱いにくい塩素ガス等を発生しないプロセスで光導波路を製造する方法を提供することにある。

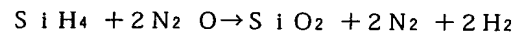
【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、石英系の光導波路における、コア層とクラッド層の間で必要とされている屈折率の差が0.3%程度という比較的微小なものであることに着目し、従来法のように屈折率の異なる材料を SiO_2 にドーパせずに反応条件を変えて、 Si と O の割合を化学量論比からはずすことにより、屈折率が0.3%程度の差となるように制御出来るのではないかと考えて鋭意検討を重ねた。その結果、 SiH_4 と N_2O とからプラズマCVD法により SiO_2 膜を形成する際の反応条件、特に SiH_4 と N_2O の混合比を制御することにより、形成される SiO_2 の屈折率を1.455 から1.475の間で変えることができ、0.03%程度の差に制御できることを確認し本発明を完成した。

【0007】 すなわち、本発明は1) SiH_4 と N_2O の混合比を変えてプラズマCVD法により形成した、屈折率の異なる2種類の SiO_2 をコア層およびクラッド層としてなることを特徴とする石英系光導波路、および2) SiH_4 と N_2O ガスを一定の混合比で流しながらCVD法により SiO_2 膜を基板上に堆積して所定の屈折率を有する第1のクラッド層を形成した後、その上に SiH_4 と N_2O の混合比を変えて前記クラッド層より屈折率の大きい SiO_2 のコア層を堆積し、このコア層を所望のパターンにエッチングしてコアを形成し、その上部に前記第1のクラッド層と同一の屈折率を有する SiO_2 膜を堆積して第2のクラッド層を形成することを特徴とする石英系光導波路の製造方法を提供したものである。

【0008】 以下本発明を詳細に説明する。本発明においては、 SiH_4 と N_2O とから SiO_2 、 N_2 および H_2 を生成する下記の反応を利用して、プラズマCVD法によりコア層とクラッド層を形成する。

【0009】



【0010】 本発明においては、 SiH_4 ガスは純度100%のもの、あるいは、窒素、アルゴンなどの不活性ガスで任意の濃度に希釈したものが使用される。また、 SiH_4 2%を窒素ガスに混合した市販品がそのまま好ましく使用できる。 N_2O ガスは市販の純度100%のものが使用されるが、これも所望により不活性ガスで任意の濃度に希釈して使用することができる。以下、図面を参照して、プラズマCVD法により、原料ガスとして2% SiH_4 含有窒素と100% N_2O ガスを使用した本発明の一例の光導波路およびその製造方法について説明する。

3

【0011】図1(a)～図1(d)は本発明の光導波路の構築工程を示す断面図である。例えば、石英等の鏡面研磨した平滑度の高い基板1を、プラズマCVD装置の下部電極上の基板ホルダにセットする。反応装置としては、原料ガス導入口と真空ポンプに接続されたガス排出口を備え、上部電極にプラズマを発生させるための高周波電圧を印加でき、チャンバーや下部電極は接地されているプラズマCVD装置を使用する。電極温度は30℃～500℃、圧力は100ミリトル(mT)～1000

10 ミリトル(mT)の範囲で所望の一定値に設定し、原料ガス導入口より、2%SiH₄含有窒素とN₂Oとの割合を0.2～0.3の間で一定にして反応させ、厚さ10～20μmの第1の下部クラッド層2を形成させる。かくして形成されるSiO₂クラッド層2の屈折率は1.460～1.470程度である。

【0012】次に、その上に原料ガス組成(2%SiH₄含有窒素とN₂Oとの割合)を前記の条件よりSiH₄が多くなるように、すなわち、得られたSiO₂膜の屈折率が上記クラッド層2よりも0.3%程度高くなるような条件で一定にして反応させ、厚さ8μmのコア層3を形成させる(図1(a))。次いで、光分岐回路や光混合回路など所望の光回路のパターンマスクのコア3aをフォトリソグラフィ技術および反応性イオンエッチング技術で形成する。すなわち、コア層3の上にフォトレジストやSi膜などからなるエッチングマスク4を配置した後(図1(b))、CF₄、C₄F₈等の反応性ガスによるイオンエッチングによりコア3層の不必要部分を除去し、図1(c)のようにコア部3aを形成する。

【0013】かくして形成されたコア3a部分を有する基板を再び基板ホルダにセットして、下部クラッド層の形成条件と同一の条件で2%SiH₄含有窒素とN₂Oとを供給して厚さ10～20μmの第2の上部クラッド

4

層5を形成する(図1(d))。

【0014】

【発明の効果】本発明による光導波路は、原料のSiH₄とN₂Oとの混合割合を変えるのみで、光導波路のクラッドとコアとの間で必要な程度に屈折率が異なる2種類のSiO₂膜を形成したものであり、通信用石英系光ファイバと接続する光導波路を同一種類の原料ガスの混合比(流量比)を制御するのみで形成できること、また製造時に発生するガスが窒素および水素であり、取扱いにくい塩素ガスなどが発生しないことなどの利点を有し、製造設備が簡略化でき、工業的に有利に光導波路を製造することができる。

【0015】

【実施例】次ぎに、実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明は下記の実施例のみに限定されるものではない。

実施例1

反応装置として、原料ガス導入口と真空ポンプに接続されたガス排出口とを備え、上部電極にプラズマを発生させるための高周波電圧を印加でき、チャンバーや下部電極は接地されているプラズマCVD装置を使用し、内部の基板ホルダに径3インチのSi基板をセットし、電極温度300℃、圧力900ミリトル(mT)、高周波電力20Wの条件を一定として、原料ガスである2%SiH₄含有窒素とN₂Oとの供給量比[=2%SiH₄含有N/N₂O]を下記の表1に示す組合せで変えて、基板上に膜厚1000オングストロームのSiO₂を形成させた。得られた膜の屈折率を波長633nmの光によりエリプソメータを用いて5箇所ずつ測定した。5箇所の測定値は0.03%以内で安定していた。測定結果(平均値)を表1および図2に示す。

【0016】

【表1】

5		6			
		1	2	3	5
(a) $N_2 O$ (sccm)		1000	1020	950	930
(b) SiH_4 2% / N_2 (sccm)		200	310	350	370
流量比 ((b) / (a))		0.20	0.30	0.37	0.40
屈折率		1.460	1.462	1.464	1.467

条件：電極温度 300℃

装置温度 70℃

圧力 900 mT

電力量 20 W

【0017】表1および図1の結果から、 SiH_4 含有窒素と $N_2 O$ との流量比を変えるのみで屈折率が異なる SiO_2 膜が得られた。すなわち、プラズマCVD法によれば、光導波路のコアとクラッドに要求される屈折率の差(約0.3%)を満たす SiO_2 膜が形成できることが確認できた。

【0018】実施例2

実施例1と同様にして Si 基板上に、2% SiH_4 含有 $N/N_2 O=0.20$ で10 μm の膜(屈折率=1.460)を形成した後、2% SiH_4 含有 $N/N_2 O=0.37$ で8 μm の膜(屈折率=1.464)を形成し、さらに前記と同一の条件で10 μm の膜(屈折率=1.460)を形成して二次元の光導波路を構築した。次いで2層目に1.3 μm の波長の光を入射し、赤外ビジコンカメラで観測したところ、内部層からの光は外層には漏れず、光の閉込めが可能であることが確認された。

【0019】実施例3

直径7.5mm、厚さ0.5mmのシリコン基板をプラズマCVD装置にセットし、実施例1と同一の条件にて原料混合ガス比(2% SiH_4 含有 $N/N_2 O$)を0.20として10 μm の膜(屈折率1.460)を形成した後、混合ガ

ス比を0.37として、8 μm の膜(屈折率1.464)を形成して下部クラッド層とコア層を形成した(図1(a)参照)。次ぎにエッチングマスクを配置した後、反応性ガス(C_4F_8)を使用して、反応性スパッタエッチングによりコア層の不要部分を除去し、断面形状が一辺8 μm の正方形のコア部分を形成した(図1(c)参照)。その後、下部クラッド層と同一の条件で上部クラッド層を形成し光導波路を構築した(図1(d)参照)。

【図面の簡単な説明】

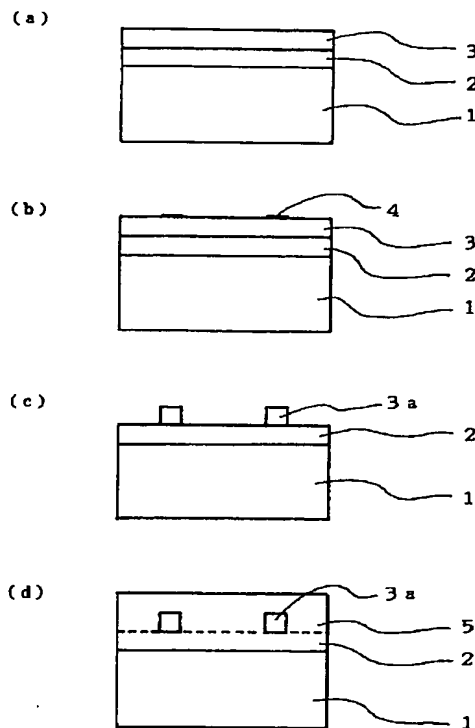
【図1】 図1(a)、(b)、(c)および(d)は本発明の光導波路の構築工程を示す断面図である。

【図2】 原料ガスの SiH_4 と $N_2 O$ の混合割合と、形成された SiO_2 膜の屈折率との関係を示すグラフである。

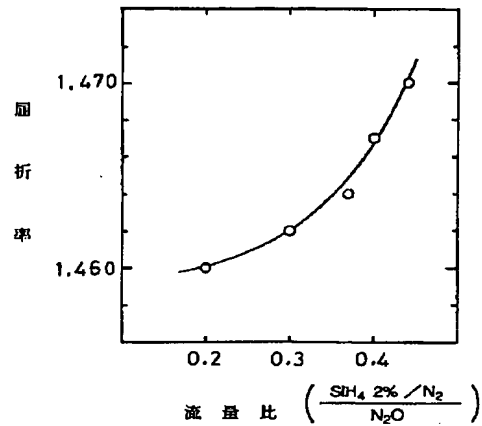
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 下部クラッド層
- 3 コア層
- 3a コア
- 4 エッチング用マスク
- 5 上部クラッド層

【図1】



【図2】



【手続補正書】

【提出日】平成4年12月25日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】 また、石英系の光導波路として SiO_2 と $\text{SiO}_2 + \text{GeO}_2$ との組み合わせからなるものがある。このうち、コアの直径が約 $8\mu\text{m}$ のものは、クラッドとの比屈折率差が約0.3%である必要がある。このコアを製造するに際しては、原料として酸素(O_2)、テトラクロロシラン(SiCl_4)、テトラクロロゲルマニウム(GeCl_4)が用いられているが、 SiO_2 膜の形成と同時に塩素が発生するため、塩素処理のプロセスを必要とするという問題がある。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、石英系の

光導波路における、コア層とクラッド層の間で必要とされている比屈折率差が0.3%程度という比較的微小なものであることに着目し、従来法のように屈折率の異なる材料を SiO_2 にドーピングせずに反応条件を変えて、 Si と O の割合を化学量論比からはずすことにより、比屈折率差が0.3%程度となるように制御出来るのではないかと考えて鋭意検討を重ねた。その結果、 SiH_4 と N_2O とからプラズマCVD法により SiO_2 膜を形成する際の反応条件、特に SiH_4 と N_2O の混合比を制御することにより、形成される SiO_2 の屈折率を1.455から1.475の間で変えることができ、比屈折率差を0.3%程度に制御できることを確認し本発明を完成した。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】 表1および図1の結果から、 SiH_4 含有窒素と N_2O との流量比を変えるのみで屈折率が異なる SiO_2 膜が得られた。すなわち、プラズマCVD法によれば、光導波路のコアとクラッドに要求される比屈

(6)

特開平6-148445

折率差（約0.3%）を満たす SiO_2 膜が形成できることが確認できた。